

麗台國際有限公司

Lead Taiwan International Corporation

台中市台灣大道二段 285 號 20F

TEL : 886-423232026 , Website : www.ltic.com.tw ,

Email : salestw@ltic.com.tw



文件序號：T2020040

技術類別：《齒輪應用》

技術類別	齒輪應用
篇名	齒輪鎖鏈的角度與模數問題
重點	齒輪鎖鏈的角度與模數問題
產出日期	2020/02/13
資料來源	日本 KHK / 台灣昭源提供 麗台國際有限公司整理

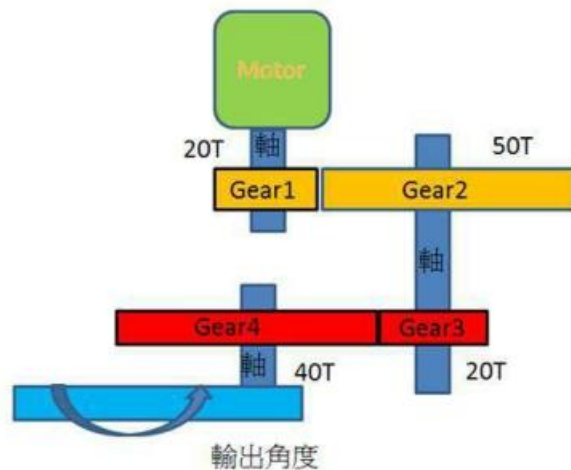


我目前齒輪欲規劃如下圖

請教一下我 Gear1 (Z1) 與 Gear2 (Z2) 是模數 1，Gear3 (Z3) 與 Gear4 (Z4) 是模數 0.8，這樣使用會有問題嗎？還是只要嚙合的齒輪是相同模數就可以了？

在一個問題是解析度的問題，解析度跟 Z1 齒數有無關係，還是只跟馬達的解析度有關係。

假設我今天用相同的馬達，步進角度都是 1.8 度的話，目前我使用的減速比是 10 比 1，Z1 一齒的角度 18 度，輸出軸輸出角度為 1.8 度。假設我將 Z1 改變為 40T，Z2 變為 100T，一齒的角度是 9 度，則輸出軸輸出角度為 0.9 度。



答：

由您的敘述及簡圖，得知轉速可依著軸心，分成下列 3 種速度，由

輸入端之馬達（第一軸）及 Z ₁ (20T)	RPM ₁	
經過 Z ₂ (50T) 及第二軸和 Z ₃ (20T)	RPM ₂	
經過 Z ₄ (40T) 及第三軸和旋轉臂（輸出端）	RPM ₃	
RPM ₁ = 馬達轉速（或旋轉度數）	= 18°	
PRM ₂ = PRM ₁ × (Z ₁ /Z ₂) = RPM ₁ × (20/50)	= 18 × 20/50	= 7.2°
RPM ₃ = RPM ₂ × (Z ₃ /Z ₄) = PRM ₂ × (20/40)	= 7.2 × 20/40	= 3.6°

若馬達旋轉度數或齒數比改變，則可依照上述方法自行推算。

若精密來說，尚須考慮因齒隙而發生的回轉角度齒隙，尤其在有正逆轉情形。實務上來說，系統的解析度和馬達的解析度有絕對的關係，但是齒輪的精度（節距誤差）對解析度也有著舉足輕重的影響。

旋轉力矩，將會是

輸入端之馬達（第一軸）及 Z ₁ (20T)	T ₁
經過 Z ₂ (50T) 及第二軸和 Z ₃ (20T)	T ₂
經過 Z ₄ (40T) 及第三軸和旋轉臂（輸出端）	T ₃
T ₁ = 馬達力矩	
T ₂ = T ₁ × (Z ₂ / Z ₁) = T ₁ × (50/20)	



$$T_3 = T_2 \times (Z_4 / Z_3) = T_2 \times (40/20)$$

在本案例中您會發現轉速會越來越慢 ($RPM_1 > RPM_2 > RPM_3$)

隨著轉速變慢，力矩將會越來越大 ($T_1 < T_2 < T_3$)

而齒輪的模數也應該隨著力矩的增大而變大，才足以負荷較大的負荷（力矩）。

您的提問中沒有提及實際負荷，因此無從查核及比較。

但照理來說， Z_1 ， Z_2 應使用 M0.8， Z_3 ， Z_4 應使用 M1.0 才合理。

除非設計者另有其他的考量，這就不是本討論中可以推算及推測的。

參考：

齒輪的齒隙

一對齒輪要想達到平順穩定的運轉，需要有齒隙。齒隙是指一對齒輪咬合時，齒面間間隙。根據量測方向的不同，齒隙被分為圓周齒隙 j_t ，法線齒隙 j_n ，徑向齒隙 j_r 和回轉角度齒隙 j_θ (°)。

各種齒輪的齒隙：下表中，列出了各種齒輪的圓周齒隙，法線齒隙，半徑方向齒隙及半軸方向齒隙之間的關係式。

各種齒隙間關係式

齒輪組	齒輪的種類	圓周方向齒隙 j_t	法線方向齒隙 j_n	回轉角度齒隙 j_θ	半徑方向齒隙 j_r	軸方向齒隙 j_x	
平行軸	正齒輪	$\frac{j_n}{\cos \alpha_n \cos \beta}$	$j_t \cos \alpha_n \cos \beta$	$\frac{360^\circ j_t}{\pi d}$	$\frac{j_n}{2 \sin \alpha_n}$		
	螺旋齒輪						
相交軸	直齒傘形齒輪	$\frac{j_n}{\cos \alpha_n \cos \beta_m}$	$j_t \cos \alpha_n \cos \beta_m$				$\frac{j_n}{2 \sin \alpha_n \sin \delta}$
	彎齒傘形齒輪						
交錯軸	交錯軸螺旋齒輪	$\frac{j_n}{\cos \alpha_n \cos \beta}$	$j_t \cos \alpha_n \cos \beta$			$\frac{j_n}{2 \sin \alpha_n}$	
	蝸桿	$\frac{j_n}{\cos \alpha_n \sin \gamma}$	$j_t \cos \alpha_n \sin \gamma$				
	蝸輪	$\frac{j_n}{\cos \alpha_n \cos \gamma}$	$j_t \cos \alpha_n \cos \gamma$				

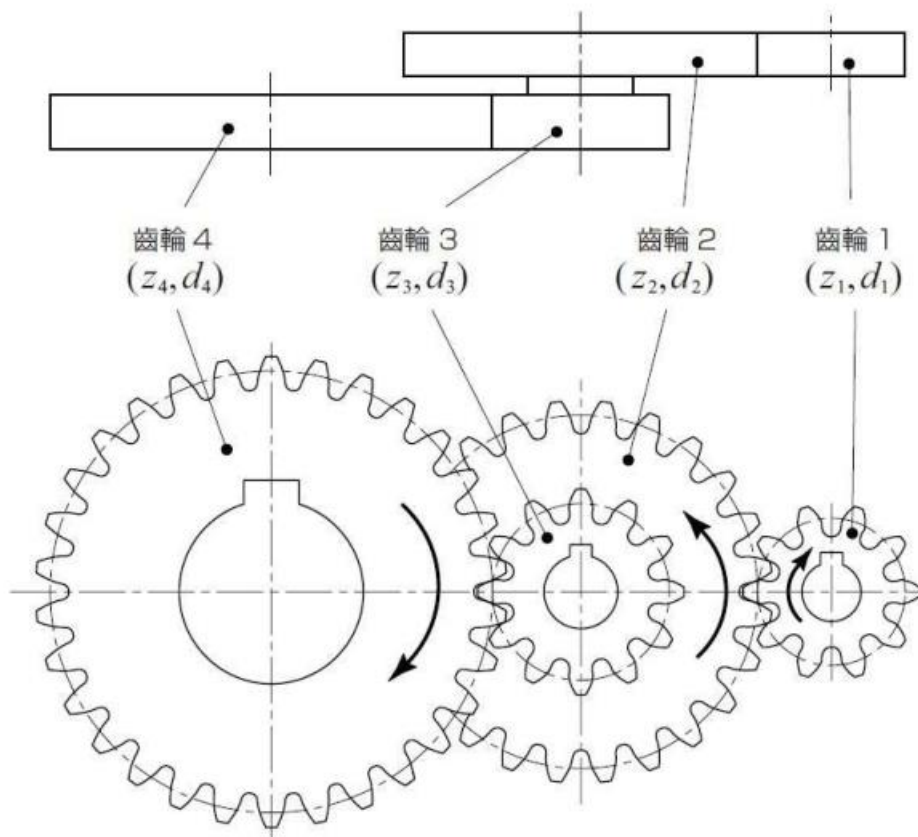
圓周齒隙與回轉角度齒隙之間的關係式如下。

$$j_\theta = j_t \times \frac{360}{\pi \cdot d} (\text{度})$$

齒輪鎖鏈與齒隙

一段齒輪機構中的齒隙已經在各種齒輪的齒隙中介紹過。現在，再來考慮二段齒輪機構的齒隙。

如下圖所示的二段齒輪機構中，設 j_1 為第一段的圓周齒隙， j_2 為第二段的圓周齒隙。



二段齒輪機構的齒隙

在此若將第一段的小齒輪 Z_1 固定,第二段的大齒輪 Z_4 的總圓周齒隙 j_{t4} 為 :

$$j_{t4} = j_{t1} \frac{d_3}{d_2} + j_{t4}$$

換算成回轉角度齒隙 j_{θ} 則為 :

$$j_{\theta} = j_{t4} \frac{360}{\pi \cdot d_4} \text{ (度)}$$

當大齒輪 Z_4 固定時,則第一段的小齒輪 Z_1 的總圓周齒隙 j_{t1} 為 :

$$j_{t1} = j_{t4} \frac{d_2}{d_3} + j'_t$$

換算成回轉角度齒隙 j_{θ} 則為 :

$$j_{\theta} = j_{t1} \frac{360}{\pi \cdot d_1} \text{ (度)}$$

敬請參考 KHK 齒輪技術資料 (第六章)

http://www.khkgears.co.jp/tw/gear_technology/pdf/3010gearguide_tw.pdf